GIORNALE

DELLA

REALE ACCADEMIA DI MEDICINA

DI TORINO

Pubblicato per cura dell'Ufficio di Presidenza

Laboratorio di fisiologia della R. Università di Torino

Azione dei centri spinali sulla tonicità dei muscoli respiratori. Ricerche del prof. ANGELO MOSSO. — *Comunicazione fatta alla R. Accademia di Medicina di Torino nella Seduta del* 13 *novembre* 1903.

ESTRATTO

dal volume IX, anno LXVI, fascicolo 11.

TORINO

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

28 - Corso Raffaello - 28

1903

Laboratorio di fisiologia della R. Università di Torino

Azione dei centri spinali sulla tonicità dei muscoli respiratori. Ricerche del prof. ANGELO MOSSO. — *Comunicazione fatta alla R. Accademia di Medicina di Torino nella Seduta del* 13 *novembre* 1903.

Dopo che Giovanni Müller ammise l'esistenza del tono muscolare (1) come un'azione automatica che i centri nervosi esercitano sui muscoli, mantenendoli in uno stato di leggera contrazione permanente, parecchi fisiologi autorevolissimi negarono l'esistenza del tono muscolare; ricorderò solo Heidenhain ed Hermann, e non riferisco la parte storica di questo argomento che trovasi in molte pubblicazioni (2) nè la critica che venne fatta alle esperienze negative di Heidenhain da B. von Anrep (3) ed altri.

I muscoli del respiro, forse perchè devono stare continuamente in azione, presentano questa funzione della tonicità più spiccata che non gli altri muscoli, onde io ho potuto studiarne facilmente le manifestazioni in parecchi lavori sul respiro.

Alcune volte, come nel tetano inspiratorio, noi conosciamo la causa che mette in attività ed esagera il tono dei muscoli inspiratori, altre volte non appaiono evidenti le cause che lo modificano e sono le condizioni interne che producono delle variazioni periodiche automatiche, come quelle che ho descritto nella memoria sulla respirazione periodica (4).

I professori Aducco e Benedicenti pubblicarono, mentre erano assistenti nel mio Istituto, due lavori intorno alla tonicità musco-

(1) J. Müller, *Handbuch der Physiol. d. Menschen*, 1844, I, pag. 698.

(2) Vedi lo scritto di Eckhard nell'*Handbuch der Physiologie* pubblicato dall'Hermann. B. 2, Theil 2, pag. 64.

(3) B. von Anrep, *Studien über Tonus und Elasticität der Muskeln.* (*Arch f. d. g. Physiologie*, 1880, vol. XXI, pag. 227).

(4) A. Mosso, *La respirazione periodica.* Capitolo IV: *Oscillazioni della tonicità nei muscoli respiratori* (*Memorie R. Accademia dei Lincei*, 1885).

lare, dei quali parlerò fra poco, e recentemente nella memoria sui movimenti respiratori del torace e del diaframma (1) scrissi un altro capitolo, nel quale dimostrai come la funzione del ritmo e della forza dei moti respiratori siano indipendenti da quella del tono dei muscoli respiratori. In questo lavoro studiai i mutamenti che succedono nella tonicità del diaframma e del torace per effetto del freddo, del dolore e della fatica: i mutamenti del tono nei muscoli respiratori per effetto dell'anidride carbonica e degli eccitamenti meccanici. Queste esperienze mostrano in modo convincente che esiste una leggiera contrazione dei muscoli dipendente dal sistema nervoso, la quale permette al torace e al diaframma di prendere nel riposo delle posizioni differenti, secondo l'intensità della eccitazione persistente che viene dai centri nervosi, e che per i vari muscoli del respiro vi sono dei centri diversi che regolano la loro tonicità.

Dopo che analizzai, servendomi dell'ergografo, il fenomeno della contrattura nei muscoli flessori delle dita (2), costrussi il miotonometro per studiare la tonicità del muscolo gastrocnemio nell'uomo.

Benedicenti, applicando il miotonometro (3), vide le modificazioni profonde che succedono nella tonicità dei muscoli per effetto della temperatura, del sonno, della fatica e delle emozioni psichiche.

Un'osservazione importante del prof. Benedicenti, la quale sta in rapporto colla estensione degli eccitamenti respiratori ai centri spinali che ho trattato in altro mio scritto (4), è quella di aver trovato nelle estremità una modificazione del tono muscolare sincrona coi movimenti del respiro. Queste oscillazioni sono più evidenti nel sonno e cessano quando uno si sveglia. Ad ogni inspirazione aumenta leggermente la tonicità del muscolo gastrocnemio e la debole contrazione fa abbassare la punta del piede con ritmo sincrono a quello del respiro.

---

(1) A. Mosso, *I movimenti respiratori del torace e del diaframma*. Cap. II: *Esperienze sulla tonicità dei muscoli respiratori* (*Memorie R. Accademia delle Scienze di Torino*, 1903).

(2) A. Mosso, *Archives de Biologie*, tome XIII, pag. 165.

(3) A. Benedicenti, *La tonicité des muscles étudiée chez l'homme* (*Archives italiennes de Biologie*, tome XXV, pag. 385).

(4) A. Mosso, *Archivio di Fisiologia* diretto dal prof. Fano, fasc. 2°.

Lo studio della tonicità muscolare prese in questi ultimi anni un nuovo slancio per l'analisi dèi riflessi che si producono eccitando direttamente i muscoli, come nel riflesso patellare. Ricorderò solo i lavori di Sherrington (1), che fece uno studio fondamentale sul tono dei muscoli, studiando l'influenza che esercitano sopra di esso i centri nervosi.

Ho voluto riprendere queste indagini per analizzare le relazioni del midollo allungato e di quello spinale colla tonicità dei muscoli respiratori. Cominciai col ripetere l'esperienza di Heidenhain (2), il quale, tagliando un nervo motore, non vide prodursi un allungamento del muscolo corrispondente. Sperimentando sul diaframma questa esperienza presenta difficoltà più gravi che non sia il semplice taglio dei nervi motori nelle estremità.

Nel coniglio è facile isolare i due nervi frenici al collo e tagliarli, mentre si scrivono i movimenti del diaframma. L'esperienza non è però abbastanza dimostrativa, perchè il rilasciamento del diaframma può ritenersi dipendente dalla dilatazione del torace e dal cambiamento che succede nel ritmo del respiro in seguito a tale operazione.

Nel cane è possibile tagliare le radici spinali dei due frenici, ma sono sei i filamenti nervosi che bisogna recidere onde mettere fuori di azione i nervi frenici, e per ciò preferii di aprire la cavità del torace e fare la respirazione artificiale, onde evitare l'azione che i moti delle costole potessero esercitare sul diaframma. Sollevando lo sterno isolavo i due nervi frenici nel loro percorso sopra il cuore: fatto passare un filo sotto di essi, aprivo la cavità dell'addome e, avvolte le masse intestinali in un pannolino caldo immerso nella soluzione fisiologica di cloruro sodico, alla temperatura del corpo, mettevo un timpano a bottone contro il diaframma e lo fissavo in posto per mezzo di un tubo di piombo che formava un sostegno flessibile, ma resistente. La respirazione artificiale manteneva il cane in vita.

La fig. 1 rappresenta una di queste esperienze fatta sopra un cane che pesa 11 chilogr. Il tracciato fu scritto per mezzo di un

---

(1) C. S. Sherrington, *Proceedings of the Royal Soc. of London*, LIII, 1893, pag. 408.

Id., *Philosophical Transactions*, vol. CXC, 1898, pag. 159.

(2) R. Heidenhain, *Physiologische Studien*. Berlin 1856.

Fig. 1.

T

A d
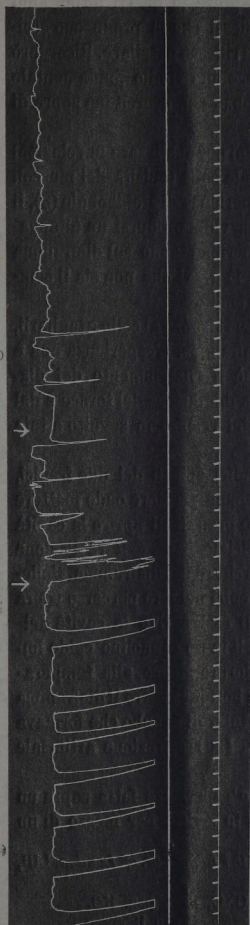
Fig. 2.

timpano a bottone applicato bene contro il diaframma. La leva del timpano registratore scrive una linea che scende nella inspirazione e si alza nella espirazione; fu scritta contemporaneamente l'ascissa e il tempo segnato ogni due secondi. In tutti i tracciati successivi il tempo è scritto ogni due secondi e per brevità non ripeterò questa avvertenza. Tutti i tracciati sono scritti da sinistra a destra. Il torace era aperto e la respirazione artificiale fatta col soffietto vedesi accennata nella linea che segna la base delle pause espiratorie del diaframma.

Nel segno ↓ si taglia un nervo frenico, nel secondo ↓ l'altro frenico. Succedono ancora due inspirazioni, e dopo il diaframma rimane immobile e vediamo che si è sollevata la linea di riposo del diaframma. La differenza in altezza fra la base delle espirazioni e la posizione presa dalla curva dopo il taglio dei frenici, segna la diminuzione di tonicità succeduta nel diaframma.

In base a questa esperienza, ed altre eguali che diedero gli stessi risultati, ritengo che i nervi frenici esercitano una azione tonica sul diaframma.

Mi volsi dopo alla ricerca dei centri spinali ove prende origine la tonicità dei muscoli respiratori, e cominciai dal midollo allungato. La cosa più semplice mi parve fosse quella di scoprirlo e distruggerlo, mentre scrivevo i moti del torace e del diaframma.

Il tracciato 2 è un'esperienza fatta sopra un cane del peso di 5 chilogr. al quale si era scoperto il midollo allungato: legato il cane in posizione supina, si erano messi i due timpani del pneumografo legati per mezzo di una fascia intorno al torace e due altri timpani eguali di un altro pneumografo intorno all'addome. I due pneumografi stanno in comunicazione con due timpani a leva che scrivono la linea del torace T e quella dell'addome A*d* che si alzano nella inspirazione e si abbassano nella espirazione. Quando si taglia il midollo allungato con un bisturi, cessa immediatamente il respiro e succede una forte emorragia. Nel torace osservansi alcune leggere contrazioni e nell'addome succede un abbassamento che, secondo ogni probabilità, è dovuto al rilasciamento del diaframma, e questo poco per volta va scomparendo, come si vede nella linea che torna a rialzarsi.

I mutamenti che succedono nella tonicità del torace e del diaframma nell'asfissia sono più caratteristici che non quelli che si

osservino dopo un'azione violenta come questa di un taglio, il quale, mentre distrugge le cellule nervose in una parte, eccita e disturba la nutrizione di quelle che stanno vicine. L'asfissia, come già ammise Sherrington (1), serve ad eccitare direttamente le cellule nervose motrici, senza evocare un riflesso.

L'esperienza rappresentata dal tracciato 3 *a* e 3 *b* venne fatta sopra un cane del peso di 12 chilogr. Dopo scoperto il midollo allungato si applica un pneumografo doppio intorno al torace ed uno intorno all'addome, e scriviamo, come nell'esperienza precedente, il respiro del torace in alto T e sotto la respirazione addominale A *d*. Nel punto segnato da una ↓ si taglia col bisturi il midollo allungato. Non succede un mutamento nella tonicità dei muscoli del torace o del diaframma.

Il tempo è segnato sotto ogni 2 secondi. Nel tracciato 3 *a* si contano 88 secondi dopo il taglio del midollo, durante i quali non si osserva alcun mutamento. Nel tracciato 3 *b* vediamo trascorrere altri 80 sècondi, durante i quali, eccetto una leggera dilatazione del torace, già iniziatasi nel precedente tracciato, non vediamo altro che un leggero abbassarsi del diaframma che solleva leggermente l'addome, poi improvvisamente, dopo che trascorsero oltre due minuti e mezzo, dal momento che è cessato il respiro, si produce una dilatazione del torace seguìta da un'altra più forte che presto scompare, lasciando che il torace torni alla posizione di riposo che aveva prima che fosse tagliato il midollo allungato.

Il cuore, che prima di questi mutamenti della tonicità faceva circa 3 pulsazioni ogni due secondi, rallenta il suo ritmo, come si vede nell'ultimo pezzo del tracciato toracico, e fa solo più una pulsazione ogni 4 secondi.

Facendo l'autopsia, mi assicurai che il taglio aveva separato bene tutto il midollo allungato da quello spinale. Dobbiamo conchiudere che l'asfissia produce una eccitazione delle cellule nervose che stanno nel midollo spinale, le quali presiedono alla tonicità dei muscoli respiratori.

---

(1) C. S. Sherrington, *Philosophical Transactions*, vol. CXC, 1898, pag. 160.
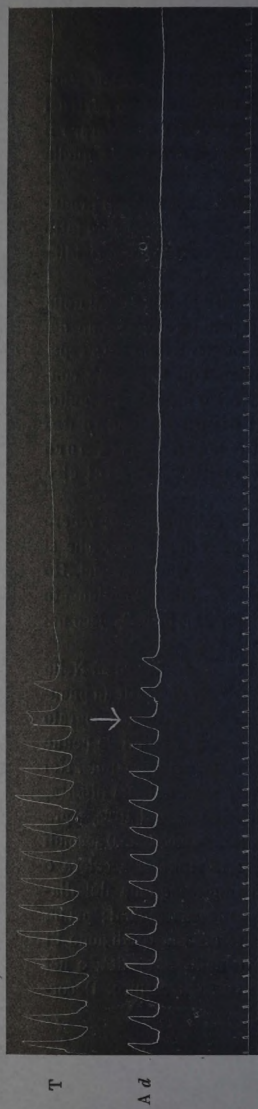
Fig. 3 *a*.
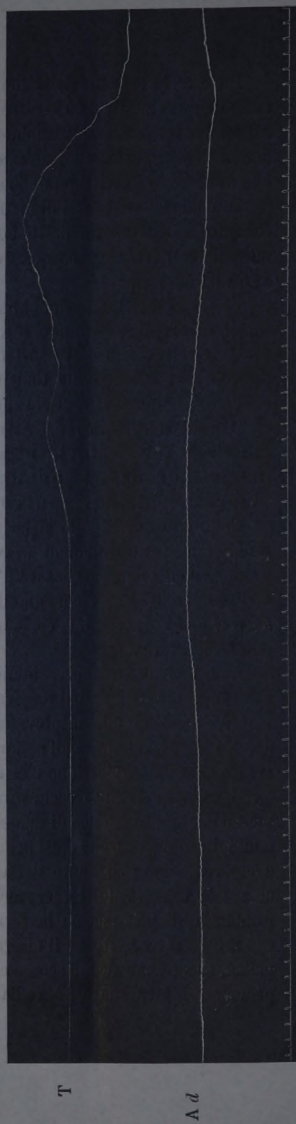
Fig. 3 *b*.

Durante la reazione della tonicità della fig. 3 *b* guardai attentamente se si muovevano le estremità, o i muscoli di altre parti del corpo, ma tutto rimase immobile; onde possiamo considerare il fenomeno osservato come un'azione autoctona, diversa da quella che produce le convulsioni nell'asfissia.

Sapendo che dei pezzi di diaframma staccati dal corpo producono dei moti ritmici, si potrebbe credere che questo sia un fatto musculare periferico, od una contrazione dovuta alla rigidità cadaverica.

Per eliminare questi dubbi basta pensare che le reazioni della tonicità compaiono quando è ancora attiva la circolazione del sangue: e che tagliando i nervi frenici scompare in queste esperienze ogni reazione della tonicità. Dobbiamo quindi ancora conchiudere da questa esperienza, e lo vedremo meglio in seguito, che le cellule nervose, dalle quali dipende il tono dei muscoli respiratori, hanno una eccitabilità loro propria, diversa da quella delle cellule motrici che innervano gli altri muscoli.

Col taglio del midollo si ha sempre il dubbio di non vedere completamente i fenomeni nervosi in causa del shock che si produce e che può paralizzare l'azione delle cellule motrici. Ho creduto perciò che fosse meglio di paralizzare il midollo allungato servendomi della cocaina, come aveva già fatto il prof. Aducco nel mio Laboratorio.

Le fig. 4 *a* e 4 *b* rappresentano una di queste esperienze. Nella linea superiore fu scritto il respiro del torace per mezzo di un pneumografo doppio applicato intorno al torace, ed un altro pneumografo doppio fu messo intorno all'addome. In entrambe le curve le penne si alzano nella inspirazione e si abbassano nella espirazione. Nel punto segnato da una freccia versiamo, per mezzo di una pipetta, mezzo centimetro cubico di una soluzione di cocaina al 10 $^0/_0$ sopra il midollo allungato, che erasi prima scoperto. Dopo circa 20 secondi compare l'azione eccitante della cocaina: il ritmo si accelera e cresce la tonicità del torace, mentre diminuisce quella del diaframma, e di poco scema la forza delle sue contrazioni; prima che finisca il tracciato 4*a* il diaframma ritorna alla condizione di prima, succedono alcune scosse convulsive nelle estremità, e nel principio del tracciato 4*b* vediamo che cessa il respiro. Decor-

T

A *d*

Fig. 4 *a*.

T

A *d*
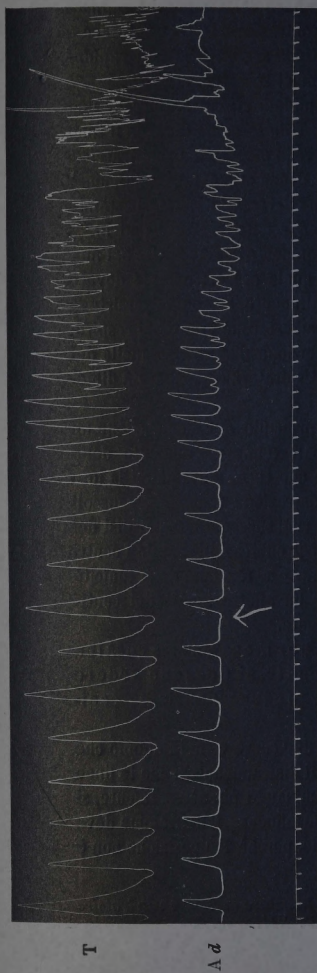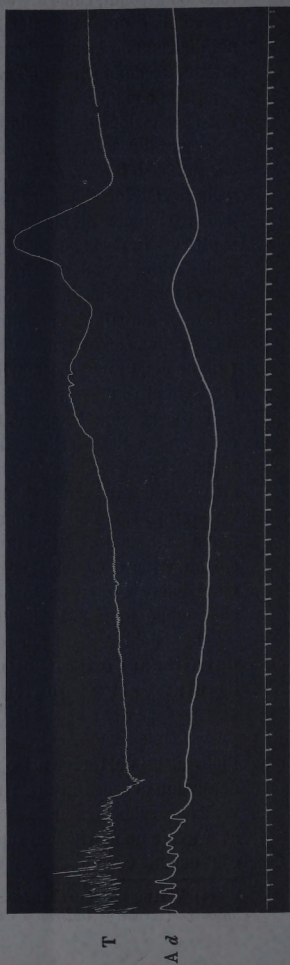
Fig. 4 *b*.

rono 50 secondi, come si vede, nella linea del tempo che segna i 2 secondi, e dopo incomincia una contrazione lenta nel torace e nel diaframma, mentre il cuore continua ancora a battere rapidamente, facendo circa 150 pulsazioni al minuto.

Quando si applica la cocaina sul midollo allungato, succede una forte eccitazione delle cellule nervose, dalle quali dipende il tono dei muscoli respiratori. Questo lo si vede meglio in alcuni tracciati che pubblicò il prof. Aducco nella sua memoria (1) e specialmente nella fig. 8. Non riproduco per brevità dei tracciati simili, bastando il dire che per mezzo della cocaina sciolta nell'acqua al 10 $^0/_0$ si ottenne in pochi secondi un forte aumento della tonicità nei muscoli del torace e del diaframma, il quale era certamente dovuto alla eccitazione locale del midollo allungato, e mentre persisteva tale effetto diminuirono e quindi si arrestarono i moti del respiro, il che prova che la tonicità è una funzione distinta da quella del ritmo e della forza dei movimenti respiratori, come ho già dimostrato in altro mio scritto.

Se la cocaina ha prodotto nel principio della sua azione un eccitamento delle cellule, dalle quali venne un aumento della tonicità, non è ragionevole supporre che torni a svegliarsi la loro attività per produrre una nuova contrazione tonica dei muscoli respiratori. È più logico ammettere che, succeduta la paralisi del midollo allungato, entrino in azione per effetto dell'asfissia i centri spinali, e per ciò dobbiamo considerare la reazione della tonicità nelle curve del tracciato 4 *b* come un effetto tonico dei centri che stanno fuori del midollo allungato.

Onde dobbiamo conchiudere che, per mezzo della cocaina paralizzando il midollo allungato, si possono vedere i mutamenti di tonicità che produce l'asfissia eccitando i centri spinali.

Vedendo come decorrono queste due curve viene il dubbio che i movimenti del torace tirino in atto il diaframma, così che le linee decorrano in senso inverso: ma, esaminando più attentamente, si vede che, sebbene non sia esclusa tale influenza, il diaframma deve aver avuto un movimento suo proprio, perchè l'opposizione non è continua, nè completa.

(1) V. Aducco, *Sur l'existence et sur la nature du centre respiratoire bulbaire* (*Archives italiennes de Biologie, XIII*, pag. 89).

Fig. 5 *a*.

Fig. 5 *b*.

Mentre si fa la respirazione artificiale col soffietto, laviamo il midollo allungato con una soluzione fisiologica di cloruro sodico riscaldata a 37°, e si ristabilisce poco per volta la respirazione normale.

Nella fig. 5 *a* vediamo che il ritmo è più accelerato che non nello stato normale. Nel tracciato toracico ogni 5 od 8 respirazioni, una rimane incompleta. La forza dei movimenti del diaframma è poco diversa; e minore del normale quella delle inspirazioni toraciche. Nel punto segnato da una ↑, si torna a mettere la stessa quantità ($^1/_2$ cmc.) della soluzione di cocaina al 10 $^0/_0$. Gli effetti però sono diversi: compare più tardi l'azione, ed è meno pronunciato il periodo di eccitazione; sebbene anche qui appaia un aumento della tonicità nei muscoli del torace, mentre cessano i moti inspiratori. Il cuore batte più rapidamente per la paralisi del centro del vago.

Nel tracciato 5 *b* vediamo che il diaframma continua a fare delle respirazioni superficiali con un ritmo più lento, mentre rimane immobile il torace. Dopo un minuto e mezzo che sono cessati i movimenti del torace, comincia una dilatazione lenta e prolungata del medesimo che si rilascia, e dopo presenta una seconda dilatazione.

Sul finire del tracciato ricomincia la respirazione artificiale. I moti del cuore erano lenti e non fu più possibile richiamare in vita l'animale. Non è dunque il midollo allungato che riprende la sua funzione producendo un mutamento nella tonicità dei muscoli respiratori, ma sono i centri spinali della tonicità che entrano in azione per effetto dell'asfissia, quando è cessata l'azione dei centri superiori; e le rassomiglianze che presentano le curve del tracciato 4 *b* e 5 *b* dimostrano che non si tratta di un fatto accidentale e variabile, ma di un fenomeno costante, come osservai in altre esperienze.

I fattori che modificano la tonicità dei muscoli nella paralisi del midollo allungato sono complessi, perchè abbiamo prima una eccitazione per mezzo della cocaina e dopo la paralisi, e quindi l'asfissia. Nell'intento di facilitare l'analisi, ho voluto vedere cosa succede nell'asfissia semplice, e la produssi negli animali sensibili ed in quelli assopiti per mezzo del cloralio, mi servii della respirazione fatta coll'idrogeno per eliminare l'accumularsi dell'anidride

carbonica nell'organismo, oppure produssi l'asfissia chiudendo la trachea.

Esporrò prima queste esperienze e tornerò dopo su altre fatte colla cocaina e col taglio del midollo allungato.

Sperimentando sui conigli mi servivo di un gasometro pieno di idrogeno: mettevo nella trachea una cannula a T, un ramo della quale comunicava col gasometro, l'altra per mezzo di un tubo di gomma, il quale imboccava un imbuto capovolto sopra un piatto con un po' d'acqua, così che permetteva all'idrogeno di uscire, senza esercitare alcuna pressione sui polmoni, essendo la corrente tanto abbondante che l'animale poteva respirare l'idrogeno senza ostacolo.

Quando si fa respirare l'idrogeno ad un animale senza amministrargli il cloralio, o qualche narcotico, succede un periodo di eccitazione, nel quale si modificano i movimenti del torace e del diaframma che diventano più forti; e poi durante le convulsioni cresce la tonicità del torace e del diaframma e si fanno irregolari i movimenti del respiro.

Le esperienze eseguite senza amministrare il cloralio, o qualche narcotico, dànno risultati meno evidenti e perciò le tralascio.

La fig. 6 rappresenta il tracciato preso sopra un coniglio di 2 chilogr., al quale avevamo iniettato mezzo grammo di cloralio nella vena giugulare. Quando fu bene addormentato, facciamo la tracheotomia e col metodo descritto prima, comincia a respirare nel segno ↓ l'idrogeno puro. Succede una diminuzione nella frequenza del ritmo ed un leggero aumento nella forza del respiro tanto nel tracciato superiore scritto dal torace, quanto in quello inferiore scritto dall'addome. Il metodo di registrazione è quello solito dei timpani a bottone applicati sul torace, o sull'addome, per mezzo di un sostegno che tenesse la membrana del timpano in contatto colla pelle, ed un timpano a leva tracciava le curve sulla carta infumata dell'apparecchio a carta continua.

Il diaframma e il torace stanno immobili per 10 secondi, e poi comincia una contrazione lenta; guardo le estremità dell'animale e vedo che tale moto e limitato ai muscoli della respirazione. Il mutamento di tonicità del diaframma incomincia e finisce prima di quello dei muscoli toracici. Il ritmo dei battiti cardiaci non cambia durante questo mutamento della tonicità come può vedersi per
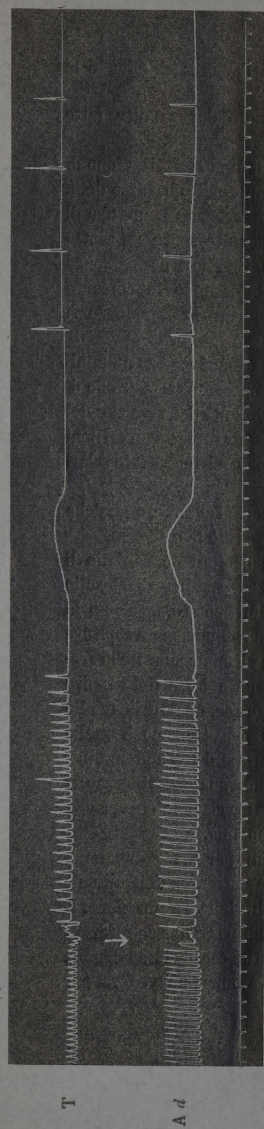
Fig. 6.

Fig. 7.

mezzo della lente: i moti del respiro non sono cessati completamente, ma continuano col ritmo di prima essendo però debolissimi. Quando la curva della tonicità si abbassa, il cuore rallenta i suoi battiti, come vedremo meglio in seguito. Da questo istante passano 20 secondi, e poi il coniglio fa spontaneamente quattro inspirazioni profonde. Dieci secondi dopo la fine del tracciato si comincia la respirazione artificiale col soffietto, e poco dopo l'animale riprende a respirare spontaneamente.

Quando per mezzo del cloralio si diminuisce la sensibilità e dopo si produce l'asfissia, passato il periodo che corrisponde alle respirazioni violenti, succede nella pausa un aumento di tonicità dei muscoli respiratori, e dopo sopravvengono le respirazioni finali.

La fig. 7 rappresenta un'esperienza coll'asfissia comune, fatta nel medesimo coniglio dopo che si era rimesso. Nel segno ↓ si chiude la trachea, ma per non mettere un ostacolo meccanico ai movimenti della cassa toracica e del diaframma che potesse impedire l'estrinsecazione della tonicità, venne applicata alla cannula una piccola vescichetta di gomma, come quelle che servono per i giuocattoli delle trombette. La piccola quantità di aria contenuta in questa vescica che stava in comunicazione coi polmoni, spiega perchè occorra un tempo più lungo prima che si fermi il respiro. Anche qui, come nella fig. 6, dopo che è successa la pausa, ad una distanza eguale dall'ultima respirazione, succede un aumento molto forte della tonicità; e tanto nel torace quanto nell'addome si producono contemporaneamente delle piccole inspirazioni con un ritmo più accelerato che non fossero le normali; dopo cessano contemporaneamente i moti respiratori e la reazione della tonicità e tutto diviene immobile, mentre il cuore continua a battere. Continuando a scrivere comparvero altri aumenti nella tonicità del diaframma, senza che si movesse contemporaneamente la cassa toracica.

L'azione del cloralio era meno intensa mentre fu scritto il tracciato 7, perchè il coniglio era riuscito, nel frattempo, ad eliminarne una parte, così almeno credo debba interpretarsi la reazione più forte dopo la pausa, come vedremo meglio in seguito.

Vedendo la prima contrazione lenta che nella fig. 6 succede

dopo la pausa, si potrebbe credere che essa debba interpretarsi come una contrazione lenta, simile a quelle che descrissero Bubnoff ed Heidenhaim studiando l'azione della morfina sui muscoli (1). La fig. 7 dimostra però che trattasi di due fenomeni diversi, e che durante la tonicità aumentata continuano a prodursi le contrazioni dei muscoli respiratori con ritmo e forma poco diversa dal normale. I moti respiratori che si producono durante l'aumento della tonicità nei muscoli del torace e nel diaframma dimostrano che la tonicità dei muscoli è una cosa diversa dalle contrazioni ordinarie, perchè queste due funzioni si estrinsecano contemporaneamente in modo distinto.

L'aumento della tonicità osservato nelle figure 6 e 7 succede più presto di quello che abbiamo veduto nelle esperienze precedenti, e non essendo in esse distrutto e paralizzato il midollo allungato, ritengo meglio probabile che tale mutamento non dipenda dal midollo spinale, ma da quello allungato; per decidere tale difficoltà ho studiato la pressione sanguigna; per vedere come si modificassero contemporaneamente la frequenza delle contrazioni cardiache e la tonicità dei vasi sanguigni, che hanno il loro centro di innervazione nel midollo allungato.

Riferisco le esperienze fatte sopra un coniglio del peso di gr. 2150. Preparata la trachea con una cannula a T e la vena giugulare, gli inietto in due volte 0,50 gr. di cloralio nel sangue. L'animale è profondamente addormentato ed insensibile, perchè gli comprimo fortemente una zampa posteriore e non reagisce con un mutamento nella pressione del sangue, solo nel diaframma si vedono due contrazioni un poco più elevate. La pressione del sangue fu scritta per mezzo di un manometro a mercurio messo in comunicazione colla carotide; per economia di spazio nelle figure venne sollevata l'ascissa, che indica il valore della pressione sanguigna, di 1 cm. Anche il tempo l'ho tralasciato di scrivere: ogni 15 mm. del tracciato corrispondono a 20 secondi.

---

(1) Bubnoff u. R. Heidenhain, *Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirncentren* (*Archiv f. d. g. Physiologie*, B. XXVI, pag. 163).
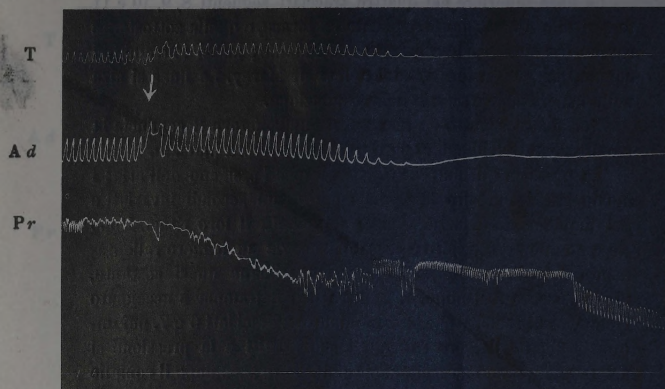
Fig. 8.
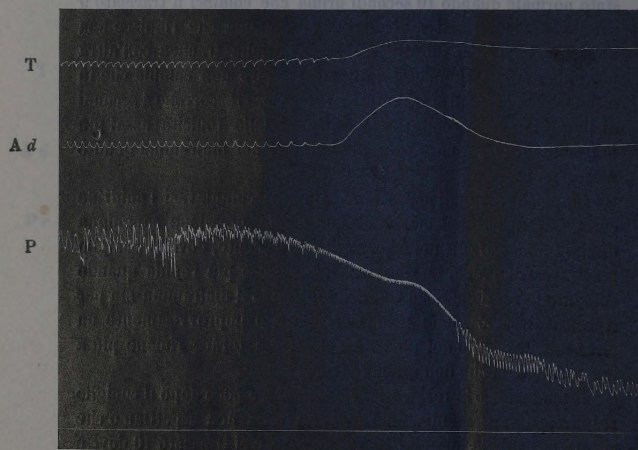
Fig. 9.

La linea superiore nei quattro tracciati seguenti 8, 9, 10 e 11 fu scritta con un timpano applicato sul torace, e quella sottostante con un timpano eguale applicato sull'addome; messi entrambi in comunicazione con due timpani a leva di Marey. La linea si alza nella inspirazione e scende nella espirazione.

Nel punto segnato da una freccia nella figura 8 comincia la respirazione dell'idrogeno puro col metodo sopra indicato.

La pressione diminuisce appena manca l'ossigeno dell'aria: i movimenti del respiro procedono per alcuni secondi invariati e poi diminuiscono di forza, mentre si rallenta il loro ritmo. Dopo circa un minuto il respiro è cessato; succede un leggero rallentamento del cuore, e dopo la pressione rimane quasi costante, tendendo però a diminuire: mentre nel diaframma è accennato l'aumento di tonicità che osservammo nei tracciati 6 e 7, poi improvvisamente il cuore rallenta i suoi battiti e la pressione si abbassa. Facciamo la respirazione artificiale e poco dopo il coniglio ricomincia a respirare spontaneamente.

La respirazione non era tornata alla forza che aveva nello stato normale quando 10 secondi prima che cominci il tracciato 9 chiudo la trachea mettendo un tubo di gomma che riunisce una estremità libera del tubo a T che stava nella trachea coll'altra pure libera della cannula. La forza del respiro non cambia che in ultimo, quando i moti si rallentano e cessano. Trascorrono 4 secondi di pausa e subito comincia la reazione della tonicità assai più forte che nell'esperienza precedente, tanto nel diaframma quanto nell'addome.

In questa forma di asfissia, nella quale accumulavasi l'anidride carbonica nell'organismo, vediamo che la pressione sanguigna diminuisce meno che nell'esperienza precedente, dove il coniglio respirava l'idrogeno. La diminuzione invece è più rapida quando compare la reazione della tonicità: e quando il diaframma sta per riprendere la posizione primitiva compare improvvisamente un forte rallentamento del polso. La curva del torace rimane più a lungo sollevata che non quella del diaframma.

Ricominciamo la respirazione artificiale, e poco dopo il coniglio respira spontaneamente. Anche questa volta non aspettiamo che ritorni normale la forza delle respirazioni. Nel tracciato 10 dove è la ↓, facciamo respirare dell'idrogeno puro all'animale: il tempo che
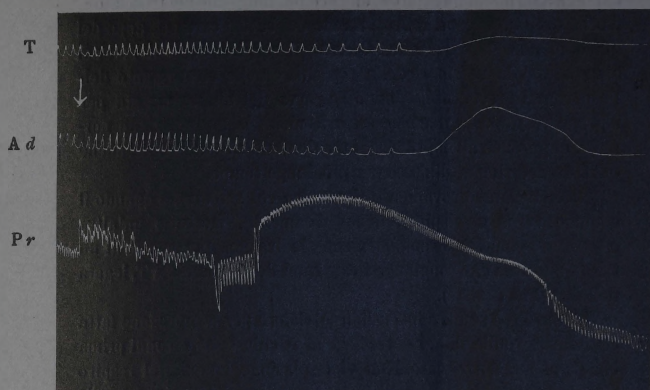
Fig. 10.
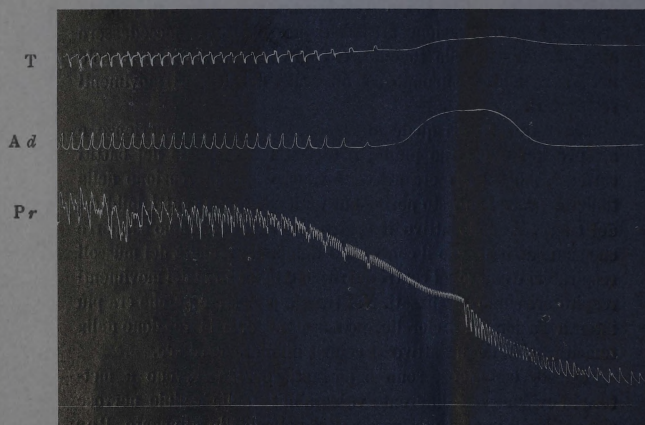
Fig. 11.

impiega a fermarsi il respiro è un poco più lungo che nel tracciato 8. Anche qui succede un rallentamento dei battiti cardiaci, dopo del quale si alza la pressione. Cessato il respiro, dopo 10 secondi si manifesta la reazione della tonicità, e nello stesso punto dell'esperienza precedente, quando la curva del diaframma sta per riprendere dopo la reazione della tonicità la sua posizione normale, si produce all'improvviso un rallentamento del cuore; anche qui il torace rimane dilatato per più lungo tempo.

Ricominciamo nuovamente il respiro col soffietto, e quando il coniglio torna a respirare spontaneamente, facciamo un'altra esperienza chiudendo semplicemente la trachea per mezzo di un tubo di gomma che congiunge i due rami della cannula a T, legata nella trachea (fig. 11).

L'animale è sempre insensibile al dolore per la pressione fatta colle unghie sulle dita. La trachea si è chiusa 15 secondi prima che incominci il tracciato. Non vi è reazione, i moti del respiro non si rinforzano; il decorso della pressione è identico a quello dell'asfissia prodotta coll'idrogeno. La reazione della tonicità è la stessa, anche qui compare il rallentamento del polso, ma però alquanto prima che nell'esperienza precedente. Si aspetta senza far la respirazione artificiale per vedere se succedessero altri mutamenti nella tonicità, e l'animale muore, mentre solo nel diaframma, compaiono ad intervalli dei leggeri movimenti respiratori.

La costanza colla quale si manifesta in queste esperienze, e sempre nel medesimo punto, il rallentamento finale dei battiti cardiaci, mostra che era attivo il vago, e che la reazione della tonicità precede questo periodo di eccitazione dei centri inibitori del cuore. Essendo attivo il centro del vago dobbiamo supporre che siano attivi anche il centro che domina la tonicità dei muscoli respiratori e che solo i centri del ritmo e della forza dei movimenti respiratori siano paralizzati. Nel tracciato 8, forse perchè era più intensa l'azione del cloralio, non appare forte la reazione della tonicità, sebbene sia attivo il centro inibitore cardiaco.

Queste esperienze sono importanti, perchè servono a mettere in evidenza la differente vulnerabilità delle cellule nervose che costituiscono i centri respiratori nel midollo allungato. Per la mancanza di ossigeno cessano di funzionare nel

midollo allungato prima le cellule nervose che presiedono alla funzione del ritmo e alla forza dei movimenti respiratori e quando queste sono paralizzate entrano in azione le cellule che modificano la tonicità dei muscoli respiratori. Era già noto che per mezzo dello shock prodotto dalle operazioni sul midollo cessano di funzionare più facilmente delle altre le cellule nervose che presiedono ai movimenti respiratori del diaframma e del torace. Dalle esperienze ora esposte risulta che i centri della tonicità dei muscoli respiratori nel midollo allungato, cessano di funzionare poco dopo che, per effetto della mancanza di ossigeno, cominciano ad essere eccitati i centri inibitori cardiaci nel midollo allungato.

In un altro mio scritto (1) pubblicai i tracciati dove si vede come la tonicità sia il primo segno dell'influenza che il centro nervoso, risvegliandosi dopo una paralisi, esercita sui muscoli respiratori.

Riferisco ora un'esperienza dove si vede meglio questo fatto. Si tratta di un cane del peso di 12 chilogr., nel quale, dopo avere scoperto il midollo allungato, avevo prodotto, per mezzo di una soluzione di cocaina del 10 %, un arresto completo del respiro. Malgrado la lavatura del midollo allungato fatta colla soluzione fisiologica alla temperatura di 37° e la respirazione artificiale col soffietto continuata per circa 40 minuti, non era stato possibile ottenere che ritornassero i movimenti del respiro; siccome il cuore era in buone condizioni, sospesi la respirazione artificiale mentre tenevo un dito sull'arteria femorale per vedere cosa sarebbe succeduto. Il presente tracciato (fig. 12) incomincia dopo un minuto di pausa del respiro artificiale, e vediamo che succede un mutamento nella tonicità del torace; la contrazione del diaframma era incominciata prima: essa è però molto più debole. Quando vedo che il torace e il diaframma si rilasciano, incomincio la respirazione artificiale col soffietto, e nel diaframma succede una contrazione lenta che dura circa 10 secondi, e poco dopo nel segno ↓ incomincia la respirazione spontanea. Possiamo conchiudere che,

---

(1) A. Mosso, *I movimenti respiratori del torace e del diaframma* (*Memorie R. Accademia delle Scienze di Torino*, 1903, pag. 421).

Fig. 12.

Esperienza fatta sopra un cane dove si vede che la tonicità dei muscoli respiratori quando si paralizza il midollo allungato per mezzo della cocaina è la prima funzione che si ristabilisce, come era stata l'ultima a scomparire.

T*or*, linea del torace, A*d*, linea dell'addome scritte con due timpani a bottone; il tracciato comincia un minuto dopo che erasi sospesa la respirazione artificiale. Tempo scritto ogni due secondi.

dopo una paralisi del midollo allungato prodotta dalla cocaina applicata localmente, il primo fenomeno che compare nel ristabilirsi delle sue funzioni, è la tonicità dei muscoli respiratori; così che le funzioni del midollo allungato si ristabiliscono nell'ordine inverso a quello col quale cessarono.

Aducco aveva già veduto questi cambiamenti di tonicità, e li descrisse nella sua memoria (1).

Per mezzo dei tracciati che pubblicò, fu dimostrato, come egli disse, « che durante la paralisi bulbare completa e l'assenza dei movimenti respiratori spontanei, possono manifestarsi dei cambiamenti di tono nei muscoli della respirazione ». Riprendendo questo studio del prof. Aducco, e servendomi del suo metodo, confermai tutti i suoi risultati e cercai di localizzare i centri della tonicità pei muscoli respiratori nel midollo allungato e nel midollo spinale.

Nel tracciato 3 *a* e 3 *b* e nella fig. 14 si vede l'azione dei centri spinali sulla tonicità dei muscoli, perchè in tali esperienze il midollo allungato era distrutto: negli altri tracciati che riprodussi in questa memoria si vedono i mutamenti di tonicità che sono prodotti dalle cellule che stanno nel midollo allungato.

Oltre ai mutamenti di tonicità dei quali abbiamo parlato, ve ne sono dei più lenti che sino ad ora non vennero ancora studiati e che appaiono quando si scrivono i movimenti del respiro sopra un cilindro che gira con grande lentezza. Parlerò più a lungo di questi cambiamenti di tonicità dei muscoli respiratori in una prossima memoria col titolo *L'apnea prodotta dall'ossigeno;* intanto devo descriverli, perchè tali tracciati appartengono all'argomento che ora sto trattando.

Il tracciato 13 *a* e 13 *b* fu scritto, per mezzo di una leva applicata sulle ultime costole di un cane giovane che pesava 2150 gr., gli amministrammo gr. 0,25 di cloralio nella vena giugulare, e quando fu addormentato lo mettemmo sotto la campana pneumatica e si fece una depressione barometrica eguale 742 mm. — 360 = 382 mm. Il cane a mezza atmosfera di pressione rimane profondamente tranquillo ed il respiro è regolare, come si vede nel primo tratto del tracciato. La lunghezza della leva è = 110 mm.: la distanza

(1) V. Aducco, *Archives italiennes de Biologie*, t. XIII, p. 114 e 117.
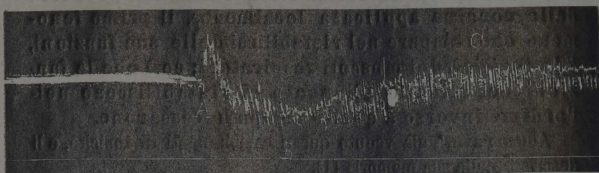
Fig. 13 *a*.
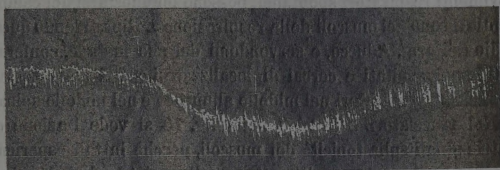
Fig. 13 *b*.

dal fulcro al punto di appoggio della leva sul torace è 15 mm. Una leggera asticella poggiava per mezzo di un tappo sulla pelle del torace; e perchè questo non si movesse era tenuto aderente alla pelle con un poco di cera molle.

La velocità del cilindro è di un minuto ogni centimetro. Il cilindro è messo in movimento per mezzo di un orologio Baltzar. La corrente dell'aria che esce, essendo eguale a quella che entra, la pressione nella campana di vetro si mantiene costante a mezza atmosfera. Nel punto A (fig. 13 *a*) si sospende il moto della pompa e si torna alla pressione barometrica di 742. Temperatura della stanza = 18°. Sarà certo succeduta una diminuzione di volume dei gas intestinali, ma l'aumento della tonicità nella decompressione ha superato questo effetto e la leva si alza di oltre 5 mm. La frequenza del respiro che era 66 al min., a 382 mm. di pressione scende rapidamente a 50 in 1 min. La pressione cresce rapidamente, e in un minuto torniamo alla pressione di 742 mm. L'animale si sveglia e muove leggermente la testa: il respiro è 34 in un minuto.

In B torniamo a diminuire il passaggio dell'aria nell'interno della campana, e la pompa che non aveva cessato di funzionare, produce nuovamente una depressione. Il respiro che era sceso fino a 34 in 1 minuto torna a diventare più frequente e il sopore si approfondisce.

Continua per qualche tempo l'espirazione addominale attiva che era divenuta manifesta quando il cane passò da mezza atmosfera alla pressione ordinaria e dopo anche questa scompare, quando la pressione tocca i 380 mm. nel punto C. Quivi il respiro aveva la frequenza di 48 al minuto.

Mentre l'animale era profondamente tranquillo, e la pressione mantenevasi costante a mezza atmosfera ed era abbondante la circolazione dell'aria dentro la campana, le inspirazioni diventano più piccole in D e diminuisce la tonicità del torace. Non mi accorgo che nulla sia venuto a turbare il riposo dell'animale. In E le inspirazioni si rinforzano spontaneamente, poi tornano a diminuire, e quindi la tonicità si rinforza poco per volta, mentre le inspirazioni rimangono alquanto più forti, e la pressione restò inalterata a mezza atmosfera. Dopo la tonicità aumenta senza causa nota.

È probabile che la variazione della tonicità osservata spontaneamente in questo tracciato, sia simile ai mutamenti che furono già osservati nell'uomo per mezzo del miotonometro durante il sonno dal prof. Benedicenti (1).

Questa esperienza dimostra che la tonicità dei muscoli del torace non è costante, e che essa presenta delle variazioni che corrispondono secondo ogni probabilità a dei mutamenti che succedono nella eccitabilità dei centri nervosi.

Riferisco ancora una esperienza (fig. 14) per mettere meglio in rilievo l'azione dei centri spinali.

È un cane del peso di 14 chilogr., al quale, dopo che venne scoperto il midollo allungato, lo si tagliò bene e completamente; fatta la respirazione artificiale si aspettò circa mezz'ora, fino che fosse cessata la emorragia. Il tracciato 14 comincia un minuto e mezzo dopo che era cessata la respirazione artificiale. In alto sono scritti i movimenti del torace e sotto quelli dell'addome

---

(1) A. Benedicenti, *Archives italiennes de biologie*, t. XXV, pag. 416.
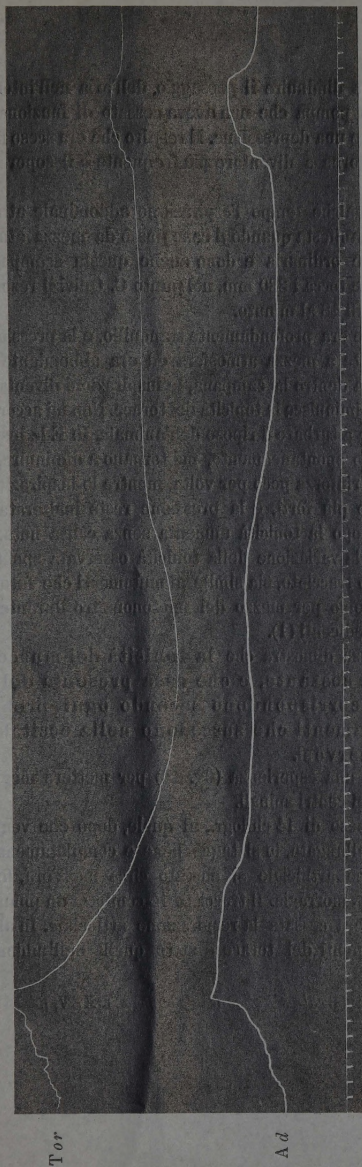
Fig. 14.

Esperienza fatta sopra un cane nel quale erasi separato per mezzo di un taglio il midollo allungato dal midollo spinale.

La linea superiore T *or* segna i movimenti del torace, l'inferiore A *d* quelli dell'addome. Il tracciato comincia un minuto e mezzo dopo che è cessata la respirazione artificiale. Verso la fine del tracciato a destra si vede il mutamento di tonicità dovuto ai centri spinali, mentre il cuore batte ancora. Il tempo è scritto ogni due secondi.

per mezzo di due timpani: il tempo è segnato ogni 2 secondi: l'animale, come si vede, presenta delle scosse muscolari e si produce un aumento di tonicità tanto nel torace quanto nel diaframma, poi succede nel primo terzo del tracciato un rilassamento nei muscoli del torace e nel diaframma: sono cessate le scosse, il cuore batte lentamente, facendo circa 100 pulsazioni al minuto; in ultimo, sulla fine del tracciato, compare una contrazione lenta dei muscoli toracici e del diaframma, mentre stanno immobili i muscoli delle estremità. Cominciai subito dopo la respirazione artificiale, ma non fu possibile che l'animale tornasse in vita. Questa reazione della tonicità, sebbene per la sua forma sia simile a quella delle figure 6, 7, 9, 10 e 11, è diversa per la sua origine, essendo prodotta dall'azione dei centri spinali. Prima che compaiano queste due elevazioni e verso la meta del tracciato vediamo che i movimenti del torace e del diaframma non si corrispondono, onde possiamo conchiudere che i centri nervosi che regolano la tonicità dei muscoli toracici e del diaframma sono indipendenti fra loro, che essi si trovano in sedi diverse nel midollo allungato e nel midollo spinale, e che in ciascuna di queste sedi le cellule che presiedono alla tonicità dei muscoli del torace e del diaframma funzionano in modo indipendente.

Dott. H. RICHARDIÈRE

LA TOSSE CONVULSIVA

TRADUZIONE

del Dottor ALBERTO BIAGINI

Le vittime della pertosse o tosse convulsiva si contano in Italia, ogni anno, a migliaia. L'unica causa è il contagio; la malattia non si dichiara spontaneamente, ma deriva sempre da un contagio anteriore. Il morbo può infierire epidemicamente, in un collegio, od in un villaggio dopo l'arrivo di una persona affetta da tosse convulsiva.

Fra le condizioni predisponenti sta in prima linea l'età dell'individuo: è l'infanzia che vi è in ispecial modo predisposta. Il germe della pertosse si sviluppa e si propaga tanto nelle abitazioni sontuose quanto nelle case dei poveri. I bambini forti e vigorosi vengono colpiti quanto i deboli.

In presenza di questi fatti la nostra Società credette fare cosa utile di pubblicare una traduzione dell' ottimo trattatello del RICHARDIÈRE, che con linguaggio medico, ma ad un tempo semplice e alla portata di tutte le famiglie, presenta i sintomi e le fasi del male, ne indica la cura, tanto terapeutica che igienica, in modo che la madre affezionata può coadiuvare il sanitario, e sollecitare là guarigione.

La versione venne affidata al dott. BIAGINI, direttore di un ambulatorio per le malattie dell'infanzia a Torino, ex-assistente alla clinica infantile dell'ospedale di Parigi, e riveduta dall'egregio professore SILVA, che con tanto amore diresse la traduzione del Trattato di Medicina: Charcot, Bouchard, Brissaud, — e la Biblioteca Medica: Charcot-Debove, in modo che possiamo assicurare che il Volume che raccomandiamo non lascia desiderare il testo francese, anzi, per alcune aggiunte fattevi, può dirsi superiore.

Sommario dei Capitoli: Definizione; Eziologia; Descriizone della tosse convulsiva; Diversi periodi: iniziale, spasmodico, di remissione; Durata, Accidenti e complicazioni. — Infezioni secondarie; forme, prognosi della tosse convulsiva. Anatomia patologica. Cura dei sintomi della tosse. Igiene dell'ammalato, delle persone che lo assistono, delle abitazioni.

Un elegante volume legato, **L. 2,50.**